

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-312295

(43)Date of publication of application : 02.12.1997

(51)Int.CI.

H01L 21/321
G01R 1/06

(21)Application number : 09-060987

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 14.03.1997

(72)Inventor : MITANI TSUTOMU
YAMAGUCHI KAZUFUMI
ASABE MITSUO

(30)Priority

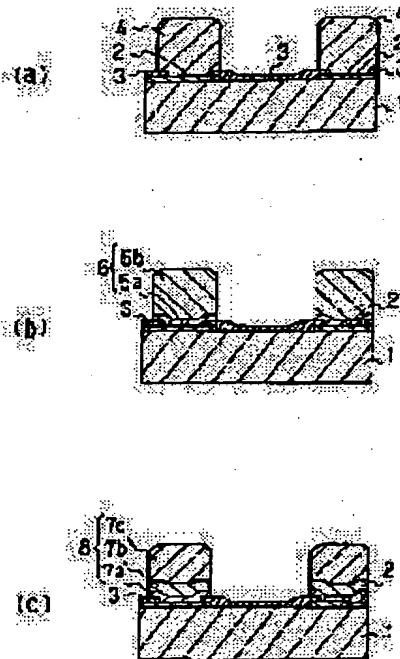
Priority number : 08 64237 Priority date : 21.03.1996 Priority country : JP

(54) BUMP FORMING BODY AND FORMING METHOD OF BUMP

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce electric resistance, mostly prevent generation of gas after mounting, and improve reliability, by constituting a bump of at least one layer of a metal sprayed thick film.

SOLUTION: A base layer 5a constituted of an aluminum sprayed thick film is formed on a pad electrode 2, in the state that the peripheral part of a passivation film 3 is covered. A surface layer 5b constituted of a copper sprayed thick film is formed on the base layer 5b, and a bump 6 of two-layered structure is formed. Since the purity of the bump 6 constituted of the metal sprayed thick film is high, electric resistance of the bump itself is small, and gas is hardly generated from the bump after mounting, so that reliability is improved. As a result, a bump forming body excellent in electric characteristics and connection reliability wherein an interlayer insulating film, an active layer, multilayered wiring can be arranged can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-312295

(43)公開日 平成9年(1997)12月2日

(51)Int.Cl.
H 01 L 21/321
G 01 R 1/06

識別記号

府内整理番号

F I

H 01 L 21/92
G 01 R 1/06
H 01 L 21/92

602D
B
603D
604D

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数18 OL (全10頁)

(21)出願番号 特願平9-60987
(22)出願日 平成9年(1997)3月14日
(31)優先権主張番号 特願平8-64237
(32)優先日 平8(1996)3月21日
(33)優先権主張国 日本 (JP)

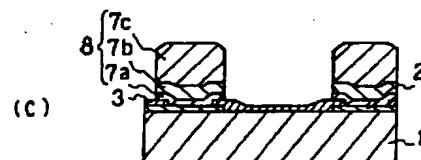
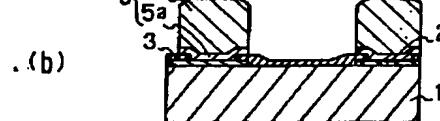
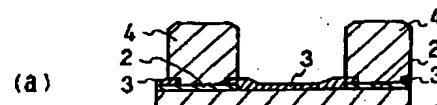
(71)出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72)発明者 三谷 力
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 山口 和文
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 浅辺 光男
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(74)代理人 弁理士 池内 寛幸 (外2名)

(54)【発明の名称】 パンプ形成体及びパンプの形成方法

(57)【要約】

【課題】 電気的特性、接続信頼性に優れ、かつパッド電極の下にも層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などを配置することが可能なパンプ形成体及びその形成方法を提供する。

【解決手段】 各パッド電極2の上に、パッシベーション膜3の周縁部をも覆った状態で膜厚約20μmのアルミニウム溶射厚膜からなる下地層5aを形成する。下地層5aの上に、膜厚約30μmの銅溶射厚膜からなる表面層5bを形成する。これにより、2層構造のパンプ6を構成する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板に設けられた電極の上に導電性材料からなるパンプが形成されたパンプ形成体であって、パンプが少なくとも一層の金属溶射厚膜からなることを特徴とするパンプ形成体。

【請求項2】 パンプが、電極の上に形成された下地層と、前記下地層の上に形成された表面層とからなり、前記下地層の材料がアルミニウム、アルミニウムを含有する金属、亜鉛及び亜鉛を含有する金属からなる群から選ばれる1つである請求項1に記載のパンプ形成体。

【請求項3】 表面層の材料が銅又は銅を含有する金属である請求項2に記載のパンプ形成体。

【請求項4】 パンプが、電極の上に形成された下地層と、前記下地層の上に形成された中間層と、前記中間層の上に形成された表面層とからなり、前記下地層の材料がアルミニウム、アルミニウムを含有する金属、亜鉛及び亜鉛を含有する金属からなる群から選ばれる1つである請求項1に記載のパンプ形成体。

【請求項5】 中間層の材料が銅又は銅を含有する金属である請求項4に記載のパンプ形成体。

【請求項6】 表面層の材料がハンダである請求項4に記載のパンプ形成体。

【請求項7】 電極の上に形成され、かつ開口部を有するレジスト膜がさらに備わり、前記開口部内に、前記レジスト膜の上面から突出した状態で金属溶射厚膜からなるパンプが形成された請求項1に記載のパンプ形成体。

【請求項8】 レジスト膜の材料が耐熱性樹脂及び難燃性樹脂からなる群から選ばれる1つである請求項7に記載のパンプ形成体。

【請求項9】 パンプが、液状物質を吸収可能な空隙を含む導電性材料からなり、少なくとも前記空隙に防湿性物質が充填されている請求項1に記載のパンプ形成体。

【請求項10】 パンプの側面が防湿性物質で被覆されている請求項9に記載のパンプ形成体。

【請求項11】 防湿性物質がエポキシ系樹脂、シリカ系樹脂、アクリル系樹脂及びフッ素系樹脂からなる群から選ばれる1つである請求項9又は10に記載のパンプ形成体。

【請求項12】 パンプが2段突起状に成形されている請求項1に記載のパンプ形成体。

【請求項13】 基板に設けられた電極の上に導電性材料の粒子を堆積させてパンプを形成するパンプの形成方法であって、前記導電性材料の粒子を前記電極の上に堆積させる際に、前記導電性材料の粒子が前記電極の表面酸化層の少なくとも一部を除去するか、又は前記導電性材料の粒子が前記電極の表面酸化層を貫通するようにしたことを特徴とするパンプの形成方法。

【請求項14】 導電性材料の粒子を溶射法によって電極の上に堆積させる請求項13に記載のパンプの形成方法。

2

【請求項15】 溶射法がプラズマ溶射法である請求項14に記載のパンプの形成方法。

【請求項16】 少なくとも導電性材料の粒子が衝突する領域が不活性雰囲気又は還元性雰囲気である請求項15に記載のパンプの形成方法。

【請求項17】 パンプの少なくとも上層の導電性材料として超塑性金属材料を用い、前記超塑性金属材料を堆積した後、基板を前記超塑性金属材料の超塑性温度以上に加熱し、所望の形状を有する凹版型を前記パンプの上から押圧することにより、前記パンプを所望の形状に成形する請求項13に記載のパンプの形成方法。

【請求項18】 超塑性金属材料が亜鉛-アルミニウム共析合金、ビスマス-錫共析合金、マグネシウム-アルミニウム共析合金及び鉛-錫共析合金からなる群から選ばれる1つである請求項17に記載のパンプの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体チップや半導体ウエハ上の電極、回路基板上の電極、各種電子部品の電極の上にパンプが形成されたパンプ形成体及びパンプの形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 電子機器、システムの小型・軽量化、高性能化を実現するには、半導体集積回路の高密度実装が不可欠となっている。各種の高密度実装技術の中で、裸の半導体チップ(ペアチップ)をキャリア基板や回路基板上に実装するチップサイズパッケージ(CSP)及びマルチチップモジュール(MCM)が開発され、実用に供されている。これらペアチップ実装技術においては、ペアチップをパンプを介して基板電極上に接続する『フリップチップ接続技術』のさらなるレベルアップと低コスト化が重要な課題となっている。

【0003】 フリップチップ接続技術とは、ペアチップを裏向けにし、パンプを介して回路基板上に実装する技術であり、接続領域がチップ領域内に収まるため、高密度実装に適した優れた方法である。フリップチップ接続技術において重要な役割を果たすパンプについては、各種の材料、構造、形成方法などが検討され、一部が実用化されつつある。パンプの形成方法には、大きく分けて2つの方法がある。以下、これらの方法について説明する。

【0004】 第1の方法は、半導体ウエハ上に形成された各チップのパッド電極上にバリアメタル層を堆積した後、さらに厚み10~50μmのハンダ層を形成するようにした『ハンダパンプ法』である。この場合、ハンダ層は、真空蒸着法(例えば、特公昭63-4939号公報参照)、電解メッキ法(例えば、特開昭63-6860号公報参照)、又はハンダボール法(例えば、特開昭64-22049号公報参照)等によって形成される。

(3)

3

【0005】第2の方法は、パッド電極に例えればワイヤボンディング装置と金線とを用いてボールボンディングを行い、パッド電極上に高さ約 $50\mu\text{m}$ の金ボールを形成するようにした『ボールボンディング法』である。この方法は、上記第1の方法（ハンダバンプ法）におけるバリアメタル層が不要となるため、通常の半導体チップにもバンプを形成することができるという特徴を有している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ハンダバンプ法を用いてバンプを形成する場合には、バリアメタル層を形成する必要があり、このバリアメタル層は、真空蒸着法又はスパッタ法によってチタン、ニッケル、クロム等の薄膜を積層して形成するものであるため、コストアップ、形成の長時間化の一因となっていた。また、バンプとしてのハンダ層は数 $10\mu\text{m}$ 以上の膜厚を必要とするが、これを真空蒸着法によって形成する場合には、その堆積に長時間かかり、工程コストの面で問題があった。また、電解メッキ法によってハンダ層を形成する場合には、電界分布に応じてメッキ膜の厚みが変動すること、メッキに長時間を要すること、予め全パッド電極を電気的に接続しておくための共通電極が必要であること等の問題があった。また、ハンダボール法によってハンダ層を形成する場合には、粒径の揃ったハンダボールが必要であること、ハンダボールを全パッド電極上に漏れなく配置する必要があること等の問題があった。

【0007】一方、ボールボンディング法は、パッド電極ごとにボンディングするものであるため、形成速度は高速ボンダの場合でも毎秒6～8パッド程度である。このため、パッド電極の数を多くすると、それだけバンプ形成に長時間かかり、工程コストが膨大となる。従つて、ボールボンディング法は、大量生産には適していない。また、ボールボンディング法を用いてバンプを形成する場合には、ボンディング時の衝撃によって層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などが破壊される可能性が高い。このため、パッド電極の下に前記各層を配置することはできず、チップの高集積化を図ることは困難である。

【0008】本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、電気的特性、接続信頼性に優れ、かつパッド電極の下にも層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などを配置することが可能なバンプ形成体及びバンプの形成方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係るバンプ形成体の構成は、基板に設けられた電極の上に導電性材料からなるバンプが形成されたバンプ形成体であって、バンプが少なくとも一層の金属溶射厚膜からなることを特徴とする。このバンプ形成体

(4)

4

の構成によれば、次のような作用効果を奏することができる。すなわち、金属溶射厚膜からなるバンプは、印刷法によって形成されるバンプのように有機バインダ成分を含まず、高純度であるため、バンプ自体の電気抵抗も小さく、また、実装後にバンプからガスが発生することも殆どなく、信頼性の高いものとなる。また、金属溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するため、バルクに比べて応力を吸収し易い。従つて、例えば、バンプが形成された半導体チップと回路基板との熱膨張の差に起因してバンプに作用する応力を低減することができ、接続の信頼性を向上させることができる。また、このように金属溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するため、例えばハンダ、導電性ペーストなどの接続材料が気孔又は間隙を通ってバンプの内部にしみ込み易くなる。その結果、バンプと接続材料との接触面積が増加するので、接触抵抗を小さくすることができる。また、金属溶射厚膜からなるバンプは、ボールボンディング法によって形成されるバンプと違って層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などを破壊する虞れはないので、電極の下に前記各層を配置することが可能となる。その結果、高集積化が図ることができる。

【0010】また、前記本発明のバンプ形成体の構成においては、バンプが、電極の上に形成された下地層と、前記下地層の上に形成された表面層とからなり、前記下地層の材料がアルミニウム、アルミニウムを含有する金属、亜鉛及び亜鉛を含有する金属からなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。また、この場合には、表面層の材料が銅又は銅を含有する金属であるのが好ましい。

【0011】また、前記本発明のバンプ形成体の構成においては、バンプが、電極の上に形成された下地層と、前記下地層の上に形成された中間層と、前記中間層の上に形成された表面層とからなり、前記下地層の材料がアルミニウム、アルミニウムを含有する金属、亜鉛及び亜鉛を含有する金属からなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。また、この場合には、中間層の材料が銅又は銅を含有する金属であるのが好ましい。また、この場合には、表面層の材料がハンダであるのが好ましい。

【0012】また、前記本発明のバンプ形成体の構成においては、電極の上に形成され、かつ開口部を有するレジスト膜がさらに備わり、前記開口部内に、前記レジスト膜の上面から突出した状態で金属溶射厚膜からなるバンプが形成されているのが好ましい。この好ましい例によれば、例えば、バンプが形成された半導体チップと回路基板との接続工程におけるダメージを防止することができる。また、この場合には、レジスト膜の材料が耐熱性樹脂及び難燃性樹脂からなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。

【0013】また、前記本発明のバンプ形成体の構成においては、バンプが、液状物質を吸収可能な空隙を含む

(4)

5

導電性材料からなり、少なくとも前記空隙に防湿性物質が充填されているのが好ましい。この好ましい例によれば、バンプの内部における酸化を抑えて、電気抵抗の増加を防止することができる。また、この場合には、防湿性物質がエポキシ系樹脂、シリカ系樹脂、アクリル系樹脂及びフッ素系樹脂からなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。また、この場合には、バンプの側面が防湿性物質で被覆されているのが好ましい。この好ましい例によれば、バンプの酸化をさらに抑えて、電気抵抗の増加をさらに防止することができる。従って、高温、高湿環境下で長時間にわたって使用しても、バンプの電気抵抗が増加することはないので、電気的特性の安定した信頼性の高いバンプを実現することができる。この場合にはさらに、防湿性物質がエポキシ系樹脂、シリカ系樹脂、アクリル系樹脂及びフッ素系樹脂からなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。

【0014】また、前記本発明のバンプ形成体の構成においては、バンプが2段突起状に成形されているのが好ましい。この好ましい例によれば、例えば、バンプが形成された半導体チップと回路基板とを導電性樹脂やハンダによって接続する場合に、1段目の突起上に導電性樹脂やハンダを溜めておくことができる。その結果、導電性樹脂やハンダが余分に広がることはないので、高精度な実装を行うことが可能となる。

【0015】また、本発明に係るバンプの形成方法は、基板に設けられた電極の上に導電性材料の粒子を堆積させてバンプを形成するバンプの形成方法であって、前記導電性材料の粒子を前記電極の上に堆積させる際に、前記導電性材料の粒子が前記電極の表面酸化層の少なくとも一部を除去するか、又は前記導電性材料の粒子が前記電極の表面酸化層を貫通するようにしたことを特徴とする。このバンプの形成方法によれば、基板に設けられた電極とバンプとの接触抵抗を実用上十分小さくすることができる。

【0016】また、前記本発明のバンプの形成方法においては、導電性材料の粒子を溶射法によって電極の上に堆積させるのが好ましい。また、この場合には、溶射法がプラズマ溶射法であるのが好ましい。この場合にはさらに、少なくとも導電性材料の粒子が衝突する領域が不活性雰囲気又は還元性雰囲気であるのが好ましい。この好ましい例によれば、形成されるバンプが酸化されるのを抑えることができるので、電気抵抗の小さい良質のバンプを得ることができます。

【0017】また、前記本発明のバンプの形成方法においては、バンプの少なくとも上層の導電性材料として超塑性金属材料を用い、前記超塑性金属材料を堆積した後、基板を前記超塑性金属材料の超塑性温度以上に加熱し、所望の形状を有する凹版型を前記バンプの上から押すことにより、前記バンプを所望の形状に成形するのが好ましい。この好ましい例によれば、例えば2段突

6

起状のバンプを容易に得ることができる。また、この場合には、超塑性金属材料が亜鉛-アルミニウム共析合金、ビスマス-錫共析合金、マグネシウム-アルミニウム共析合金及び鉛-錫共析合金からなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態を用いて本発明をさらに具体的に説明する。

〈第1の実施の形態〉図1は本発明の第1の実施の形態におけるバンプ形成体の3つの例を示す断面図である。図1(a)はバンプが単層構造の場合、図1(b)はバンプが2層構造の場合、図1(c)はバンプが3層構造の場合をそれぞれ示している。以下、それぞれの場合について説明する。

【0019】図1(a)に示すように、半導体チップ1の表面には、その周縁部に電源、グランド、信号の出入力端子等として用いられるパッド電極2が形成されている。尚、最近では、半導体チップの入出力端子の増加に伴い、パッド電極の密度を増大させるために、チップ表面に2次元アレイ状にパッド電極を配置したLSIも開発されている。一般に、パッド電極2としては、電子ビーム蒸着法やスパッタ法によって形成されたアルミニウム薄膜が用いられる。半導体チップ1の表面には、パッド電極2の周縁部を被覆した状態でパッシベーション膜3が形成されている。各パッド電極2の上には、パッシベーション膜3の周縁部をも覆った状態で突起状の接続電極であるバンプ4が形成されている。ここで、バンプ4は、膜厚約50μmの単層の銅溶射厚膜からなっている。

【0020】図1(b)に示すように、各パッド電極2の上には、パッシベーション膜3の周縁部をも覆った状態で膜厚約20μmのアルミニウム溶射厚膜からなる下地層5aが形成されている。この場合、下地層5aの材料はアルミニウムに限定されるものではなく、この他に、例えば、アルミニウムを60重量%以上含有する金属、亜鉛、亜鉛を60重量%以上含有する金属を用いることもできる。これらの金属は電気抵抗が小さく、また、下地層5aの材料としてこれらの金属を用いれば、下地層5aをパッド電極(アルミニウム薄膜)2に強固に付着させることができる。また、これらの金属は、金属材料の中でも低融点であるため、溶射時において半導体チップ1のダメージを極力低減することができ、バンプを形成する上で好適な材料である。下地層5aの上には、膜厚約30μmの銅溶射厚膜からなる表面層5bが形成されている。これにより、2層構造のバンプ6が構成されている。他の構成は図1(a)の場合と同様であるため、他の構成についての説明は省略する。

【0021】図1(c)に示すように、各パッド電極2の上には、パッシベーション膜3の周縁部をも覆った状態で膜厚約20μmのアルミニウム溶射厚膜からなる下

(5)

7

地層 7 a が形成されている。また、下地層 7 a の上には、膜厚約 $30 \mu\text{m}$ の銅溶射厚膜からなる中間層 7 b が形成されている。この場合、中間層 7 b の材料は銅に限定されるものではなく、この他に、例えば、銅を 60 重量%以上含有する金属、亜鉛、亜鉛を 60 重量%以上含有する金属を用いることもできる。これらの金属は、電気抵抗が小さく、かつハンダの濡れ性も良好である。また、下地層 7 a の材料はアルミニウムに限定されるものではなく、この他に、例えば、アルミニウムを 60 重量%以上含有する金属、亜鉛、亜鉛を 60 重量%以上含有する金属を用いることもできる。これらの金属は、延性が大きいため、この上に中間層 7 b を形成する際のクッション材としても効果を発揮する。中間層 7 b の上には、厚さ約 $60 \mu\text{m}$ のハンダからなる表面層 7 c が形成されている。これにより、3層構造のバンプ 8 が構成されている。下地層 7 a と中間層 7 b とハンダ表面層 7 c の3層構造のバンプ 8 は、上記2層構造のバンプ（図1 (b)）を形成した後に、半導体チップ 1 をハンダリフロー炉に通すことにより、表面にハンダを形成して作製することができる。また、ハンダ表面層 7 c は、ハンダペーストを印刷することによって形成することもできる。他の構成は図1 (a) の場合と同様であるため、他の構成についての説明は省略する。

【0022】次に、図1 (b) に示す2層構造のバンプを形成する方法について、図2を参照しながら説明する。まず、図2 (a) に示すように、半導体チップ 1 の表面の周縁部に、電子ビーム蒸着法又はスパッタリング法によって膜厚約 $1 \mu\text{m}$ のアルミニウム薄膜を形成して、パッド電極 2 を作製した。次いで、半導体チップ 1 の表面に、パッド電極 2 の周縁部を被覆するようにスパッタリング法によって窒化シリコンを堆積させて、膜厚約 $1 \mu\text{m}$ のパッシベーション膜 3 を形成した。次いで、以上のようにしてウエハプロセスが終了した後の半導体チップ 1 の全表面に、感光性レジスト材料のドライフィルムを貼り付けて、膜厚約 $50 \mu\text{m}$ の感光性レジスト膜 10 を形成した。

【0023】次に、図2 (b) に示すように、パッドパターン部が露出するように、感光性レジスト膜 10 に対し露光、現像を行うことにより、パッド電極 2 の上に、パッドサイズ（パッシベーション膜 3 によって被覆されていないパッド電極 2 のサイズ：径=約 $100 \mu\text{m}$ ）よりも若干大きめの口径を有する開口部 11 を形成した。

【0024】次に、図2 (c) に示すように、半導体チップ 1 の全表面に、プラズマ溶射装置を用いてアルミニウムを溶射することにより、開口部 11 内のパッド電極 2 の上に膜厚約 $20 \mu\text{m}$ のアルミニウム溶射厚膜からなる下地層 5 a を形成した。一般的に、溶射法を用いれば、比較的純度の高い厚膜を高速で大面積に形成することができる。このため、数 $10 \mu\text{m}$ 以上の高さを必要とするバンプを形成する上で、溶射法は生産性の面から優

8

れた方法である。また、溶射法によって膜を形成する場合、感光性レジスト膜 10 のような弹性を有するプラスチック系材料の表面には膜が形成されにくいため、主として開口部 11 のパッド電極 2 の上に選択的にアルミニウムを堆積させることができる。

【0025】次に、図2 (d) に示すように、半導体チップ 1 上の感光性レジスト膜 10 をそのままにした状態で、半導体チップ 1 の全表面に、プラズマ溶射装置を用いて銅を溶射することにより、開口部 11 内の下地層 5 a の上に膜厚約 $50 \mu\text{m}$ の銅溶射厚膜 12 を形成した。

【0026】次に、図2 (e) に示すように、平板（図示せず）を半導体チップ 1 の上方から押し当てて加圧することにより、銅溶射厚膜 12（図2 (d)）の上端を平坦にして、表面層 5 b を形成した。これにより、下地層 5 a と表面層 5 b との2層構造からなるバンプ 6 が得られた。尚、銅溶射厚膜 12 の上端を平坦にする方法としては、加圧以外に、例えば、研削、研磨などがある。

【0027】最後に、図2 (f) に示すように、剥離液などを用いて感光性レジスト膜 10 を除去した。以上の工程により、図1 (b) に示す2層構造のバンプを有するバンプ形成体が得られた。

【0028】尚、本実施の形態においては、ウエハプロセスが終了した後の半導体チップ 1 の全表面に、感光性レジスト材料のドライフィルムを貼り付けることによって感光性レジスト膜 10 を形成するようしているが、必ずしもこの方法に限定されるものではない。例えば、予め感光性レジスト材料を半導体チップ 1 の全表面に塗布するようにしてもよい。

【0029】〈第2の実施の形態〉図3は本発明の第2の実施の形態におけるバンプ形成体を示す断面図である。図3に示すように、半導体チップ 13 の表面には、その周縁部に電源、グランド、信号の入出力端子として用いられるアルミニウム薄膜からなるパッド電極 14 が形成されている。また、半導体チップ 13 の表面には、パッド電極 14 の周縁部を被覆した状態でパッシベーション膜 15 が形成されている。パッシベーション膜 15 の上には、その周縁部を除いた部分にレジスト膜 16 が形成されている。この場合、レジスト膜 16 としては感光性ポリイミド膜が用いられ、このレジスト膜 16 は剥離、除去されることなく半永久的に使用される。レジスト膜 16 は、以降の工程である半導体チップ 13 と基板との接続工程におけるダメージを防止するための保護膜として用いられる。従って、耐湿性、耐熱性を有する樹脂系材料であれば、ポリイミド以外に、例えば、PTFE、PE又はポリピロメリットイミドなどを使用することもできる。パッド電極 14 の上には、パッシベーション膜 15 の周縁部をも覆った状態で膜厚約 $20 \mu\text{m}$ のアルミニウム溶射厚膜からなる下地層 17 が形成されており、下地層 17 の上には膜厚約 $30 \mu\text{m}$ の銅溶射厚膜からなるバンプ 18 が形成されている。この場合、バンプ

30

40

50

(6)

9

18をレジスト膜16の表面から突出させる必要がある。溶射法によって膜を形成する場合、レジスト膜16のような弾性を有するプラスチック系材料の表面には膜が形成されにくいため、主として下地層17の上に選択的に銅溶射厚膜を堆積させることができる。従って、溶射法を用いれば、レジスト膜16の表面から突出した状態のパンプ18を形成することができる。

【0030】以下に、本発明のパンプの形成方法について、図3を適宜参照しながら説明する。本発明のパンプの形成方法は、パンプと基板の電極との接合部分において、パンプの形成と同時に電極表面の酸化層の少なくとも一部を除去するか、又はパンプを電極表面の酸化層の一部を貫通させることを特徴としている。具体的には、本発明は、パンプを構成する金属厚膜とパッド電極との接合層を溶射法によって形成することを特徴としている。この場合、特にプラズマ溶射法を用いるのが好ましい。さらには、少なくとも溶射粒子を堆積させる領域が不活性雰囲気又は還元性雰囲気にあるのが好ましい。

【0031】図4は本発明のパンプの形成方法に用いられるプラズマ溶射装置を示す概略構成図である。図4において、19はプラズマ溶射トーチである。トーチ19の先端部分には円筒状のシールドノズル20が設けられている。これにより、半導体チップ13上の溶射粒子22を衝突させるべき領域23が酸化雰囲気となることを抑制することができる。このため、形成されるパンプはほとんど酸化されることがないので、電気抵抗の小さい良質のパンプを得ることができる。シールドノズル20の上部側壁にはガスポート21が設けられている。これにより、溶射時に、アルゴンなどの不活性ガスや水素などの還元性ガスをシールドノズル20の内部に供給して、溶射粒子22を衝突させるべき領域23を不活性雰囲気又は還元性雰囲気に維持することもできる。このため、電気抵抗のさらに小さい良質のパンプを得ることができる。尚、半導体チップ13の全面にわたって溶射厚膜を形成するためには、トーチ19又は半導体チップ13のいずれか一方を溶射と同時に水平方向に移動させればよい。

【0032】また、溶射法によって図3に示すパンプ18を形成すれば、図4に示す溶射粒子22が半導体チップ13のパッド電極（アルミニウム薄膜）14上の下地層（アルミニウム溶射厚膜）17の表面酸化層を突き破って堆積するため、パッド電極14とパンプ18との接触抵抗をパッド当たり数mΩとすることができる。その結果、パンプ18の抵抗を、実用化に十分なほど小さくすることができる。これは、不活性雰囲気又は還元性雰囲気で、粒径数μmから数10μmの溶射粒子22が粒子材料の融点近傍、すなわち数100°Cの温度で、かつ数10m/secないし数100m/secの速度でパッド電極14に衝突するため、下地層17の表面酸化層の一部が除去されるか、又は溶射粒子22が下地層17

(6)

10

を貫通してパッド電極14上に堆積されることに起因すると考えられる。

【0033】また、溶射法によって形成されるパンプは、印刷法によって形成されるパンプのように有機バインダ成分を含まず、高純度であるため、パンプ自体の電気抵抗も小さく、また、実装後にパンプからガスが発生することも殆どなく、信頼性の高いものである。

【0034】さらに、本発明は、溶射膜の構造及び形状の特徴にも着眼してなされている。膜の材料や形成条件などにもよるが、溶射厚膜には、一般に、気孔又は間隙が内在する。このような膜はバルクに比べて応力を吸収し易いため、回路基板と溶射厚膜からなるパンプを形成した半導体チップとの熱膨張の差に起因してパンプに作用する応力を低減することができる。その結果、半導体チップと回路基板との接続の信頼性を向上させることができる。

【0035】このように溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するので、溶射厚膜によってパンプを形成した場合には、例えばハンダ、導電性ペーストなどの接続材料が気孔又は間隙を通ってパンプの内部にしみ込み易くなる。その結果、パンプと接続材料との接触面積が増加するので、接続抵抗を小さくすることができる。

【0036】〈第3の実施の形態〉図5は本発明の第3の実施の形態におけるパンプ形成体を示す断面図である。図5に示すように、半導体チップ24の表面には、その周縁部に電源、グランド、信号の入出力端子等として用いられるパッド電極25が形成されている。また、半導体チップ24の表面には、パッド電極25の周縁部を被覆した状態でパッシベーション膜26が形成されている。各パッド電極25の上には、パッシベーション膜26の周縁部をも覆った状態で膜厚約20μmのアルミニウムのプラズマ溶射膜からなる下地層27aが形成されており、下地層27aの上には膜厚約30μmの銅のプラズマ溶射膜からなる表面層27bが形成されている。これにより、2層構造のパンプ28が構成されている。上記第2の実施の形態においても述べたように、膜の材料や形成条件などにもよるが、溶射膜には、他のプロセスによって形成された膜に比べて気孔又は間隙が内在する。本実施の形態のパンプ28においては、アルミニウムのプラズマ溶射膜（下地層27a）及び銅のプラズマ溶射膜（表面層27b）に内在する気孔又は間隙29にエポキシ系樹脂が含浸されている。また、パンプ28の側面には、エポキシ系樹脂からなるコーティング層30が形成されている。尚、アルミニウムのプラズマ溶射膜からなる下地層27a及び銅のプラズマ溶射膜からなる表面層27bは、上記第1の実施の形態に示す方法（図2）によって形成される。

【0037】エポキシ系樹脂は、図6（a）に示すように、アルミニウムのプラズマ溶射膜からなる下地層27aと銅のプラズマ溶射膜からなる表面層27bを形成し

(7)

11

た後に、スプレーコーティングによって気孔又は間隙29に容易に含浸させることができる。すなわち、溶射バンプが形成された半導体チップ24の上に、粘度の比較的低いエポキシ系樹脂31がスプレーノズル32から噴射される。この場合、半導体チップ24は水平面内で回転されるか又は2次元的に移送され、エポキシ系樹脂31がバンプ28を含む半導体チップ24の上に均一にコーティングされる(図6(b))と共に、溶射バンプ28に内在する気孔又は間隙にエポキシ系樹脂31が含浸される。尚、エポキシ系樹脂31を気孔又は間隙29に含浸させる方法として、スピンドルコーティング等を用いることもできる。

【0038】次いで、半導体チップ24を約100°Cに加熱することにより、エポキシ系樹脂31を乾燥させて硬化させる。しかし、このままでは、バンプ28の上面にもエポキシ系樹脂31がコーティングされた状態となる。この状態では、回路基板と半導体チップ24との電気的接続を得ることができないので、図6(c)に示すように、例えば研磨等の手段によってバンプ28の上面を数μm程度除去し、バンプ28の上面の金属面を露出させる。尚、この研磨によって各バンプ28の高さ精度も確保される。

【0039】金属は、特に高温、高湿環境下において酸化され易いため、金属材料からなるバンプでは、長時間にわたって使用した場合に、その電気抵抗が増加する可能性がある。また、溶射膜には気孔又は間隙が内在するため、金属溶射厚膜からなるバンプでも、バンプの内部で酸化が徐々に進行して、電気抵抗が増加することもあり得る。しかし、本実施の形態においては、バンプ28を構成するアルミニウムのプラズマ溶射膜(下地層27a)及び銅のプラズマ溶射膜(表面層27b)に内在する気孔又は間隙29にエポキシ系樹脂が含浸されているので、バンプ28の内部における酸化を抑えて、電気抵抗の増加を防止することができる。また、バンプ28の側面にもエポキシ系樹脂からなるコーティング層30が形成されているので、バンプ28の酸化をさらに抑えて、電気抵抗の増加をさらに防止することができる。その結果、高温、高湿環境下で長時間にわたって使用しても、バンプ28の電気抵抗が増加することはないので、電気的特性の安定した信頼性の高いバンプ28を実現することができる。

【0040】また、バンプ28を含む半導体チップ24の上に樹脂をコーティングすることにより、樹脂がバンプ28とパッド電極25との界面に到達するので、バンプ28とパッド電極25との接着力が強化される。その結果、バンプ28を形成した後の操作性(ハンドリング)の向上、及び基板に実装した後の実使用状態における信頼性の向上を図ることができる。尚、樹脂は弹性に富むため、バンプ28を含む半導体チップ24の上に樹脂をコーティングすることは、上記第2の実施の形態で

12

述べた『溶射厚膜の有する、バンプと回路基板との熱応力を低減できる効果』を阻害するものではない。

【0041】尚、本実施の形態においては、バンプ28を含む半導体チップ24の上にコーティングする樹脂としてエポキシ系樹脂を用いているが、必ずしもこれに限定されるものではない。耐湿性、耐熱性の条件を満たせば、例えば、シリカ系樹脂、アクリル系樹脂、フッ素系樹脂を用いることもできる。

【0042】(第4の実施の形態)図7は本発明の第4の実施の形態におけるバンプ形成体を示す断面図である。図7に示すように、半導体チップ33の表面には、その周縁部に電源、グランド、信号の入出力端子などとして用いられるパッド電極34が形成されている。また、半導体チップ33の表面には、パッド電極34の周縁部を被覆した状態でパッシベーション膜35が形成されている。各パッド電極34の上には、パッシベーション膜35の周縁部をも覆った状態で膜厚約20μmのアルミニウムのプラズマ溶射膜からなる下地層36aが形成されており、下地層36aの上には膜厚約30μmの超塑性金属材料のプラズマ溶射厚膜からなる表面層36bが形成されている。これにより、2層構造のバンプ37が構成されている。ここで、表面層36bは2段突起状に成形されている。このような2段突起状のバンプ37を用いれば、導電性樹脂やハンダによって半導体チップ33と回路基板とを接続する場合に、1段目の突起上に導電性樹脂やハンダを溜めておくことができる。その結果、導電性樹脂やハンダが余分に広がることはないので、高精度な実装を行うことが可能となる。超塑性金属材料としては、超塑性の大きさ、及び超塑性温度を考慮して、アルミニウムを22重量%含有する亜鉛-アルミニウム共析合金を用いた。この亜鉛-アルミニウム共析合金の超塑性温度は約250°Cであり、半導体チップ33上で表面層36bの成形処理を行うためには好適である。

【0043】図8に、この場合のバンプの形成工程を示す。まず、図8(a)に示すように、半導体チップ33の表面の周縁部に、電子ビーム蒸着法又はスパッタ法によって膜厚約1μmのアルミニウム薄膜を形成して、パッド電極34を作製した。次いで、半導体チップ33の表面に、パッド電極34の周縁部を被覆するようにスパッタリング法によって窒化シリコンを堆積させて、膜厚約1μmのパッシベーション膜3を形成した。次いで、以上のようにしてウエハプロセスが終了した後の半導体チップ33の全表面に、感光性レジスト材料のドライフィルムを貼り付けることにより、膜厚約50μmの感光性レジスト膜38を形成した。

【0044】次に、図8(b)に示すように、パッドパターン部が露出するように、感光性レジスト膜38に対し露光、現像を行うことにより、パッド電極34の上に、パッドサイズ(パッシベーション膜35によって被

(8)

13

覆されていないパッド電極3 4のサイズ：径=約100μm)よりも若干大きめの口径を有する開口部3 9を形成した。

【0045】次に、図8 (c)に示すように、半導体チップ3 3の全表面に、プラズマ溶射装置を用いてアルミニウムを溶射することにより、開口部3 9内のパッド電極3 4の上に膜厚約20μmのアルミニウム溶射厚膜からなる下地層3 6 aを形成した。溶射法によって膜を形成する場合、感光性レジスト膜3 8のような弾性を有するプラスチック系材料の表面には膜が形成されにくいため、主として開口部3 9内のパッド電極2上に選択的にアルミニウムを堆積させることができる。

【0046】次に、図8 (d)に示すように、半導体チップ3 3の全表面に、同じくプラズマ溶射装置を用いて亜鉛-アルミニウム共析合金を溶射することにより、開口部3 9内の下地層3 6 aの上に膜厚約50μmの亜鉛-アルミニウム共析合金の溶射厚膜からなる表面層3 6 bを形成した。この場合にも、図8 (c)の場合と同様に、主として開口部3 9内の下地層3 6 aの上に選択的に亜鉛-アルミニウム共析合金を堆積させることができる。以上の工程により、2層構造のパンプ3 7が得られた。

【0047】次に、図8 (e)に示すように、剥離液などを用いて感光性レジスト膜3 8を除去した。次に、図8 (f)に示すように、半導体チップ3 3を亜鉛-アルミニウム共析合金の超塑性温度である250℃に保持した状態で、段差を持たせて彫り込まれた凹版型(図示せず)をパッド位置に合わせて所定の圧力で表面層3 6 bの上面から押し当てる。超塑性材料の特徴より、超塑性厚膜(表面層3 6 b)が前記凹版型によって容易に塑性変形するので、表面層3 6 bを容易に2段突起状に成形することができる。以上の工程により、図7に示す2層構造のパンプ3 7を有するパンプ形成体が得られた。

【0048】尚、本実施の形態においては、超塑性金属材料として亜鉛-アルミニウム共析合金を用いているが、必ずしもこれに限定されるものではなく、例えば、ビスマス-錫共析合金、マグネシウム-アルミニウム共析合金、鉛-錫共析合金などを用いることもできる。

【0049】また、本実施の形態においては、超塑性金属材料をプラズマ溶射法によって溶射することにより、溶射厚膜からなる表面層3 6 bを形成しているが、表面層3 6 bの形成方法としては必ずしもこの方法に限定されるものではない。例えば、次のようにして表面層3 6 bを形成することもできる。まず、超塑性金属材料の原料粉末をバインダと共に混練して、ペースト状にする。次いで、これを下地層3 6 aの上に印刷した後、焼成する。

【0050】また、上記第1～第4の実施の形態においては、パンプを半導体チップ上のパッド電極上に形成する場合を例に挙げて説明したが、必ずしもこの場合に限

14

定されるものではない。例えば、半導体ウエハ、回路基板、チップサイズパッケージ(CSP)用のキャリア基板などの電極上にパンプを形成する場合にも、本発明を適用することができる。また、センサ、抵抗、コンデンサ、インダクタなどの各種電子部品の電極上にパンプを形成する場合にも、本発明を適用することができる。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のパンプ形成体の構成によれば、次のような作用効果を奏すことができる。すなわち、金属溶射厚膜からなるパンプは、印刷法によって形成されるパンプのように有機バインダ成分を含まず、高純度であるため、パンプ自体の電気抵抗も小さく、また、実装後にパンプからガスが発生することも殆どなく、信頼性の高いものとなる。また、金属溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するため、バルクに比べて応力を吸収し易い。従って、例えば、パンプが形成された半導体チップと回路基板との熱膨張の差に起因してパンプに作用する応力を低減することができ、接続の信頼性を向上させることができる。また、このように金属溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するため、例えばハンダ、導電性ペーストなどの接続材料が気孔又は間隙を通ってパンプの内部にしみ込み易くなる。その結果、パンプと接続材料との接触面積が増加するので、接触抵抗を小さくすることができる。また、金属溶射厚膜からなるパンプは、ボールボンディング法によって形成されるパンプと違って層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などを破壊する虞れはないので、電極の下に前記各層を配置することが可能となる。その結果、高集積化が図ることができる。

【0052】また、本発明のパンプの形成方法によれば、基板に設けられた電極の表面酸化層を溶射粒子のエネルギーによって除去又は破壊することができる所以、電極とパンプとの接触抵抗を実用上十分小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態におけるパンプ形成体の3つの例を示す断面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態におけるパンプの形成方法を示す工程断面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態におけるパンプ形成体を示す断面図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態におけるパンプの形成方法に用いられるプラズマ溶射装置を示す概略構成図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態におけるパンプ形成体を示す断面図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態のパンプの形成方法におけるスプレーコーティングの工程を示す断面図である。

【図7】本発明の第4の実施の形態におけるパンプ形成

50

(9)

15

体を示す断面図である。

【図8】本発明の第4の実施の形態におけるバンプの形成方法を示す工程断面図である。

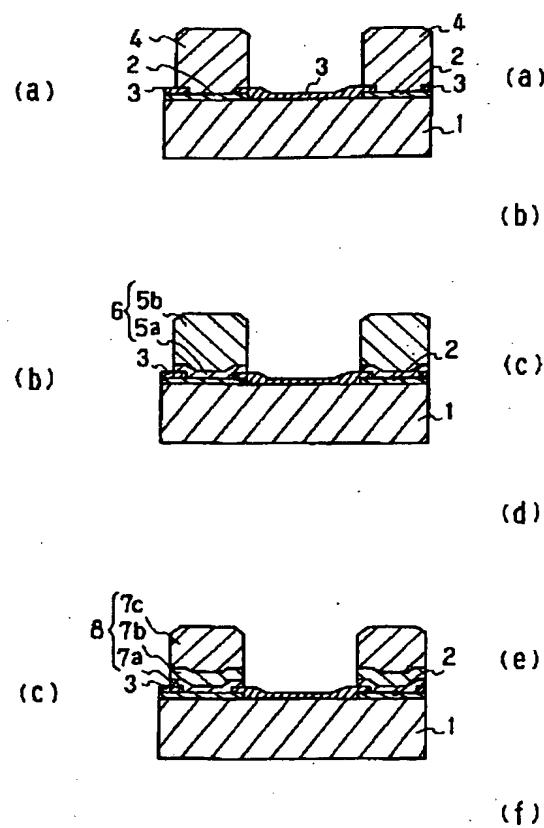
【符号の説明】

- 1、13、24、33 半導体チップ
- 2、14、25、34 パッド電極
- 3、15、26、35 パッシベーション膜
- 4、6、8、18、28、37 バンプ
- 5a、7a、17、27a、36a 下地層
- 5b、27b、36b 表面層
- 7b 中間層
- 7c 表面層
- 10、38 感光性レジスト膜

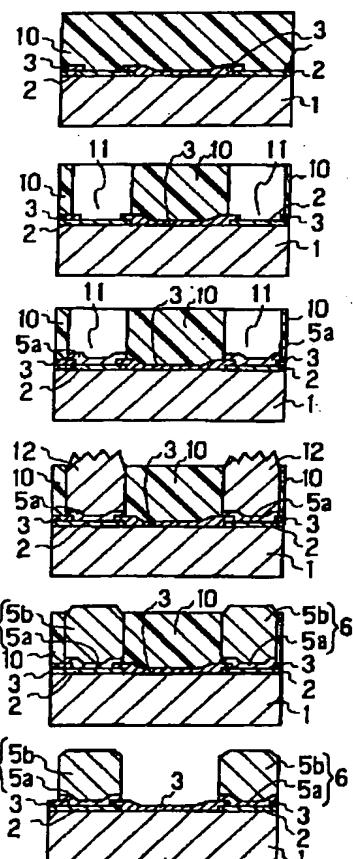
16

- 11、39 開口部
- 12 銅溶射厚膜
- 16 レジスト膜
- 19 プラズマ溶射トーチ
- 20 シールドノズル
- 21 ガスポート
- 22 溶射粒子
- 23 溶射粒子を衝突させるべき領域
- 29 気孔又は間隙
- 30 コーティング層
- 31 エポキシ系樹脂
- 32 スプレーノズル

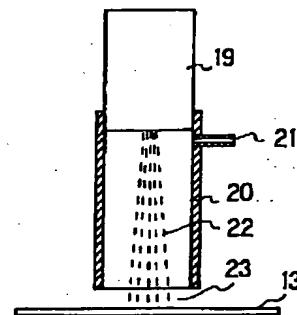
【図1】



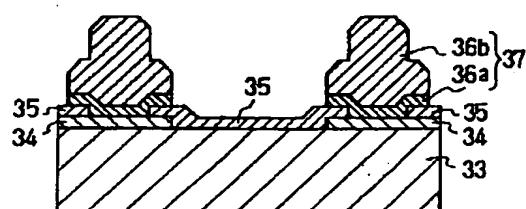
【図2】



【図4】

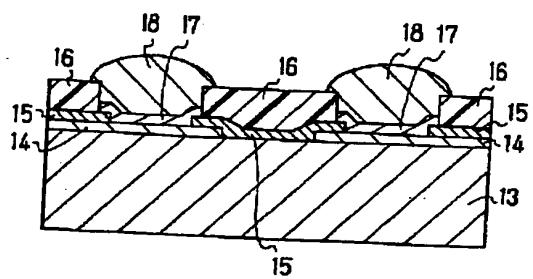


【図7】



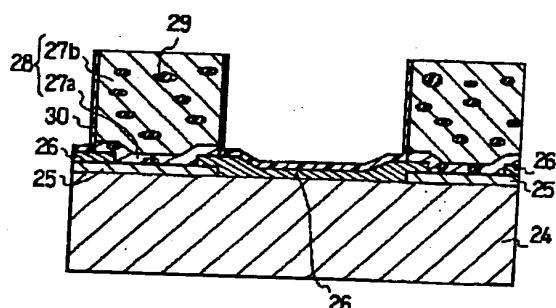
(10)

【図3】



【図6】

【図5】



【図8】

